

# 国債先物入門

東京大学公共政策大学院 服部 孝洋

日本取引所グループ



## (目次)

1. はじめに	2
2. 国債先物とは何か	2
2. 1 先物はいくまで予約取引	2
2. 2 先物の役割：リスク管理の提供	3
2. 3 先渡（フォワード）との違い：先物の本質は取引所取引	4
2. 4 取引所取引と相対取引の特徴	6
3. 日本国債先物の仕組み	6
4. 現金決済とコンバージョン・ファクター	10
4. 1 現物決済と現金決済：日本国債先物は現物決済	10
4. 2 コンバージョン・ファクター	11
4. 3 デリバリー・オプション	12
4. 4 反対売買と限月間スプレッド取引（カレンダー取引）	12
BOX 1 コンバージョン・ファクターの導出	13
1. コンバージョン・ファクターの定義及び解釈	14
2. コンバージョン・ファクターの導出	15
5. 日本国債における現物と先物のアービトラージ	17
5. 1 現物と先物のアービトラージ（ベース取引）とは	17
5. 2 グロス・ベースとネット・ベース	18
5. 3 最割安銘柄（チーペスト、Cheapest To Deliver）	19
BOX 2 先渡（フォワード）価格のプライシング	20
BOX 3 国債先物の金利リスク量	21
6. おわりに	22
補論	22
参考文献	24

## 1. はじめに

本稿は日本国債先物の基礎について解説することを目的としています。国債先物は国債市場で広く活用されていますが、金融のテキストにおいてわかりにくいものの一つです。本稿では先物の初学者を想定読者とし、出来る限りかみ砕いて日本国債先物の解説を行うことを目的としています。本稿ではどのような形で先物が用いられているかについてイメージがわくような例を取り上げます。また、国債市場における実務家の間では広く知られていても、必ずしもテキストに記載されていない商慣行などについても可能な限り丁寧に説明します。数式を用いた理解を望む読者に向けて、BOX や補論で数式を展開した説明を行っています。

本稿の構成は下記の通りです。2 節では先物の基本的な仕組みについて説明し、3 節では日本国債の商品性について、4 節では決済の方法について説明します。5 節については最割安銘柄（チーペスト）について説明します。6 節が結語です。<sup>1</sup>

## 2. 国債先物とは何か

### 2. 1 先物はあくまで予約取引

先物に対してまず持つべきイメージは予約取引であるということです。日本国債先物を購入することとは、日本国債を予約して購入するということです。書籍を予約する場合、今予約をして、期日が来たら、予約時の価格を支払い、書籍を受け取ります。日本国債先物の場合も同じです。現時点で予約をして、将来支払いを済ませ、日本国債を受け取ります。まず、このイメージを持つことが大切です。

先物は金融派生商品（デリバティブ）の一つとされますが、それは元となる資産（原資産）から派生した商品であるからです。日本国債先物の場合、原資産は日本国債ですが、その予約取引は国債の取引から派生して生まれたと解釈できます。先物市場は国債だけでなく、株式や為替、コモディティなど多岐にわたり、世界各国で活発に売買されています。デリバティブには先物以外にも、先渡（フォワード）取引、スワップ、オプションなどがあります。

現在の日本国債先物市場において取引されている国債先物（以下、特別記載しない限り長期国債先物を前提に記載します）は事実上、残存 7 年の国債と連動する構造になっています。日本国債先物を考える場合、先物を買う（売る）ことで、将来、残存 7 年の国債を受け

---

<sup>1</sup> 本稿の意見に係る部分は筆者の個人的見解であり、筆者の所属する組織の見解を表すものではありません。

取る（受け渡す）ことができることをひとまず頭に入れておくことが大切です（実務家は国債先物と残存7年の国債が連動していることを前提とすることがほとんどです）。詳細は後述しますが、国債先物契約において残存7年の国債が受け渡されるため、国債先物と残存7年の国債の価格は非常に高い連動性を有しています。

## 2. 2 先物の役割：リスク管理の提供

日本国債先物の制度的な説明をする前に、実際に先物がどのように使われるかについて説明します。日本国債先物は、典型的には金融機関のリスク管理のために用いられます。例えば、日本国債の発行に際して、財務省は入札を実施していますが、証券会社（投資銀行）などにより構成されるプライマリー・ディーラーが入札に参加しています。しかし、財政赤字を背景に日本国債の発行額が巨額になることから、日本国債の発行規模が1回の入札で1～2兆円に及び、その結果、一社あたりが数千億規模で国債を落札する可能性があります<sup>2</sup>。もちろん、これに伴い金融機関がリスクを抱えますから、安定した国債消化のためにはリスク管理をするためのツールが必須となります。

ビジネスを行う上で商品の在庫を有すること自体は、コンビニや服屋など他の業種も同じです。しかし、国債の場合、その規模が大きいことに加え、国債の時価が刻々と変化することから、価格変動に伴うリスクが大きい在庫といえます。例えば、入札の直後に日本国債の価格が大きく低下した場合、国債の入札に参加している金融機関は、大きな損を被る可能性があります。そこで、もし仮に保有する国債の価格と逆の動きをするポジションを作ることができれば、価格変動に伴うリスクをヘッジすることができます。

国債価格が低下した際（すなわち金利が上昇した場合）に利益を得るポジションをショート・ポジションといいます。国債先物を用いれば簡単にショート・ポジションを作ることができます。先物が予約であることを思い出せば、国債先物売り建てるとは、あらかじめ定められた価格で将来国債を受け渡す約束を現時点で行うことです。将来国債の価格が低下した場合、相場より割高の値段で受け渡すことができます。すなわち、先物売り建てるとして国債価格が下落した場合に利益を上げるポジションを作ることができるのです。

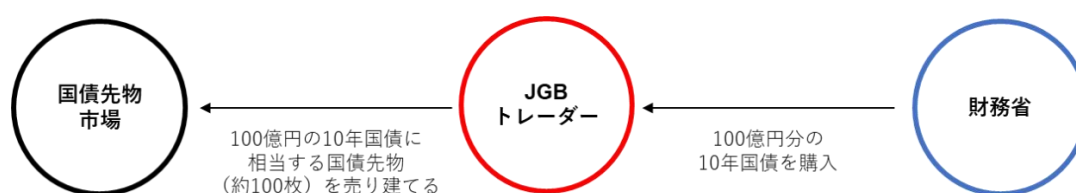
読者の中には現物の国債を空売りすることで、リスク管理をすればよいと思うかもしれませんが、実は、現実のマーケットで国債を空売りすることは簡単ではありません。このポジションを構築するために、(1) 国債を借りてきて、(2) それを売却するという行為が必要です。国債を貸し借りする市場としてレポ市場がありますが、この市場で空売りできる金融機関は、国債のマーケット・メイクを行う証券会社に加え、一部の大手金融機関や外国人投資家にとどまり、基本的には現物で空売りをするのは簡単ではありません。金利の変動に

<sup>2</sup> 実際には証券会社などにより構成されるプライマリー・ディーラーは入札に向けて投資家からの注文を募るため、すべて在庫で抱えるわけではありません。

伴う価格変動リスクを「金利リスク」といいますが、日本国債先物を用いれば、ショート・ポジションを作ることによって金利リスクをヘッジすることが容易になるのです。

図1は国債の入札に際し、日本国債のトレーダーが先物を持ちいてヘッジを行っているケースを示しています。前述のとおり日本国債は現在、入札によって発行がなされています。具体的には、金融機関の中で日本国債の在庫管理を担うトレーダー（JGBトレーダー）が入札に参加しますが、彼らは入札の結果、一時的に巨大な国債の在庫を抱える可能性があります。この場合、典型的にはJGBトレーダーは先物を売り建てることでこのポジションの有する金利リスクをヘッジします。たとえば、JGBトレーダーが100億円の10年国債を一時的に保有する場合、トレーダーは100億円分のリスク量に相当する先物を売り建てることで、保有している国債の金利リスクをヘッジします。

図1 国債先物を用いた国債のマーケット・メイクのイメージ：入札時のケース



注：ここでは簡単化のため先物1枚が10年国債1億円と同等のリスク量を有していると想定していません。

## 2. 3 先渡（フォワード）との違い：先物の本質は取引所取引

先物を学んだ際、最初に混乱する点が先渡（フォワード）との違いです。先渡取引も代表的な金融派生商品の一つですが、先物と先渡は将来の予約という観点では全く変わりません。先物取引と先渡取引の最大の違いは予約という観点ではなく、先物が取引所取引である一方、先渡が相対取引であるという違いであり、その本質的な違いは制度的工夫の違いにあります。図2に記載しているとおり、先物取引では、たとえば上場株と同様、日本取引所グループなどに上場されており、取引所を通じて売買がなされます。一方、先渡取引の場合、主に金融機関を中心とした機関投資家の間で相対取引がなされます（先渡価格はBOX 2で説明しています）。相対取引がなされる市場を店頭（Over The Counter, OTC）市場といいます。



## 2. 4 取引所取引と相対取引の特徴

先物の重要な特徴として取引所取引を挙げましたが、取引所取引と相対取引のどちらが良いかは一概に言えません。取引所取引のほうが多くの投資家が取引するため、流動性は高いといえます。また、金融危機の際、取引所取引のほうが厳格な証拠金等の制度があることから、安定性が高いとみることもできます。

一方、相対取引（店頭取引）の場合、様々な債券の流通市場（セカンダリー・マーケット）を作ることが可能になり、このことは市場の透明性などに寄与します。債券市場には様々な発行体が存在するだけでなく、発行される債券の年限も多様ですから、これらの債券をすべて上場させることは現実的ではなく、証券会社が在庫として抱えながら価格を提示することで市場を作っています。このような売買の仕方は債券にとどまりません。我々が普段購入するほとんどの財・モノはコンビニなどの店舗で在庫を抱えて相対で販売していますから、取引所取引のほうが例外的な取引と見ることもできます。

相対取引は金融危機などに弱いとの見方もできますが、2008年の金融危機の反省を受けて、決済の短期化を進めるほか、デリバティブ取引でも中央清算機関を通じた取引を促すとともに適切な担保を求めるなど、相対取引でも様々な制度的工夫がなされています。このような文脈に照らして言えば、相対取引についても現時点では安定的な運営が可能になっていると評価することもできます。

## 3. 日本国債先物の仕組み

ここまで先物の概要を説明してきましたが、ここからは日本国債先物の商品性について確認していきます。前節で強調しましたが、以下で述べる多くの特徴は、取引所に上場させるため商品を標準化させるなどの工夫と解釈することが大切です。

### 長期国債先物

日本国債先物の大きな特徴は、長期国債先物以外は事実上、取引がなされていない点です。図3には長期国債先物の特徴が記載されていますが、制度的には中期国債先物や超長期国債先物も存在します。米国債市場などでは多くの年限の先物が取引されていることから、日本においてなぜ長期国債先物以外の先物（超長期国債先物など）が売買されないかは、日本国債先物市場に触れたことがある人が一度は感じる疑問です。

図3 長期国債先物取引の概要

市場開設日	1985年10月19日
取引対象	長期国債標準物（6%、10年）
受渡適格銘柄	残存7年以上11年未満の10年利付国債
限月取引	3月、6月、9月、12月の3限月取引
取引最終日	受渡決済期日（各限月の20日（休業日の場合は繰下げ）） の5日前（休業日を除外する）
取引単位	額面1億円
呼値の単位	額面100円につき1銭
証拠金	SPAN®を利用して計算
決済方法	1. 転売または買戻し 2. 最終決済（受渡決済）

注：日本取引所グループの資料から抜粋。

この原因について市場参加者の中で様々な議論がなされていますが、よく指摘されることは米国市場のように様々な運用戦略をとる投資家が相対的に少ないなど、超長期国債先物の投資家が少ないのではないかという点です。これ以外にも市場が生まれない理由として様々な点が指摘されますが、市場を作ることは簡単ではないことを示す良い事例であり、筆者の意見では未だ解決されていない哲学的な問題です。

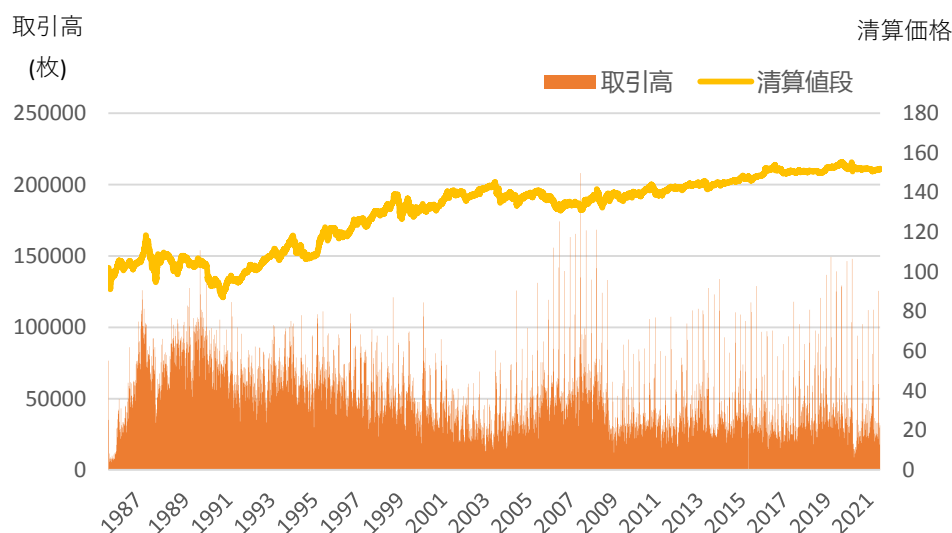
#### 標準物

前述のとおり、日本国債先物では標準物と呼ばれる架空の国債が取引されます。長期国債先物についてはクーポンが6%、残存10年の国債の売買がなされ、コンバージョン・ファクターと呼ばれる一定の計算式から算出される係数に基づき、残存7～11年の10年利付国債と交換ができる仕組みがとられています（コンバージョン・ファクターについては後述します）。

図4は国債先物の価格の推移を示しています。債券の価格は商慣行で100円を基準としますが、近年では150円台をつけるなど、100円よりはるかに高い価格がついています。これは現在の金利が低い水準にあるにもかかわらず、架空の国債は6%という相対的に高いクーポンが付されているため、架空の国債の価格が高く評価されているからです。



図4 国債先物の価格と出来高



出所：JPX

#### 取引時間

取引時間は前場（8:45～11:02）と後場（12:30～15:02）に分かれています。それ以降については夜間取引（ナイト・セッション、15:30～翌5:30）が設けられていますが、前場と後場取引が集中する傾向があります。前場と後場の最後に2分、ナイト・セッションの最後に5分設けられており、これは終値を決めるためのプロセスの時間（いわゆる板寄せ<sup>3</sup>の時間）です。

#### 取引単位

先物の取引単位は1億円であり、1枚と呼ばれます。先物を1枚買い建てることは、1億円相当の先物を購入することを意味します（この1億円を「想定元本」といいます）。図4には先物の取引高の推移も示されていますが、1985年に国債先物が上場されて以降、近年では平均して1日40,000枚（想定元本ベースで4兆円）程度の売買がなされています。

#### 証拠金

1億円分の国債を投資する場合は、1億円を用意していただく必要がありますが、先物の場合、将来の予約になるため、1億円分の先物を買建てるために1億円を用意する必要はありま

<sup>3</sup> 板寄せについては以下のJPXのHPもご参照ください。

<https://www.jpx.co.jp/derivatives/rules/trading-methods/index.html>

せん。投資家に求められるものは証拠金の支払いです。証拠金はSPAN®（スパン, Standard Portfolio Analysis of Risk）という計算メカニズムによって算出されますが、基本的には価格変動（ボラティリティ）の予測値<sup>4</sup>によって定められると考えて差し支えありません（価格変動が大きいと予測される場合、多くの証拠金が求められます）。しばしば先物についてレバレッジが指摘されますが、たとえば、1枚の先物を買建てるため、100万円の証拠金が求められた場合、100万円の元手で1億円の投資が可能になっているため、元手に対して、100倍（1億円÷100万円）の投資が可能になっている（レバレッジがかかっている）と解釈できます。もちろん、このレバレッジの度合いは、求められる証拠金の金額に依存するため、その時点の相場に依存しますし、先物の売り手・買い手が差し入れる証拠金を増やすことでレバレッジを低下させることもできます。

#### 限月と受渡決済期日

先物の期限が満了する月を限月（げんげつ）といいます。国債先物の受渡決済期日は各限月の20日（休業日の場合は繰り下げ）とされており、取引最終日はその5日前（休業日を除く）までとなっています。前述のとおり、3、6、9、12月の4つの限月がありますが、上場されているものは直近の3つになります。例えば、現在が2021年1月であるとする、2021年3月限、2021年6月限、2021年9月限が上場しています。2021年3月限の売買が終わると、新しい先物（2021年12月限）が立ち上がる仕組みになっています。

国債先物市場では満期の近い限月（この例の場合、2021年3月限）がもっぱら売買される傾向にあり、最も活発に売買がなされる限月を中心限月といいます。先物の投資家は近い限月の先物（この例の場合、2021年3月限）を売買していますが、この先物の取引最終日が近づくと、通常、その次の限月（この例の場合、2021年6月限）へ売買がシフトしていきます。その意味で、上場している個別の先物は9か月間上場するものの、事実上、3か月間しか売買されません。なお、図3のように先物の時系列データを用いる場合は、価格の連続性を担保するために中心限月の先物価格をつないだデータを用いる必要があります。

#### サーキット・ブレーカー

国債先物にはサーキット・ブレーカーが設けられています。サーキット・ブレーカーとは価格が一定以上の変動を起こした場合、強制的に取引を止めるなどの措置を採る制度であり、過度な値動きを抑制することが目的です。日本国債先物については相場が過熱した際、取引を一時的（10分間）に中断させることで過熱感を鎮めることを企図しています。サーキット・ブレーカー制度そのものは1987年における米国市場の大暴落（いわゆるブラック

<sup>4</sup> 国債先物オプションのインプライド・ボラティリティに基づいて算出されます。

マンデー) の経験を受けて作られた制度です。

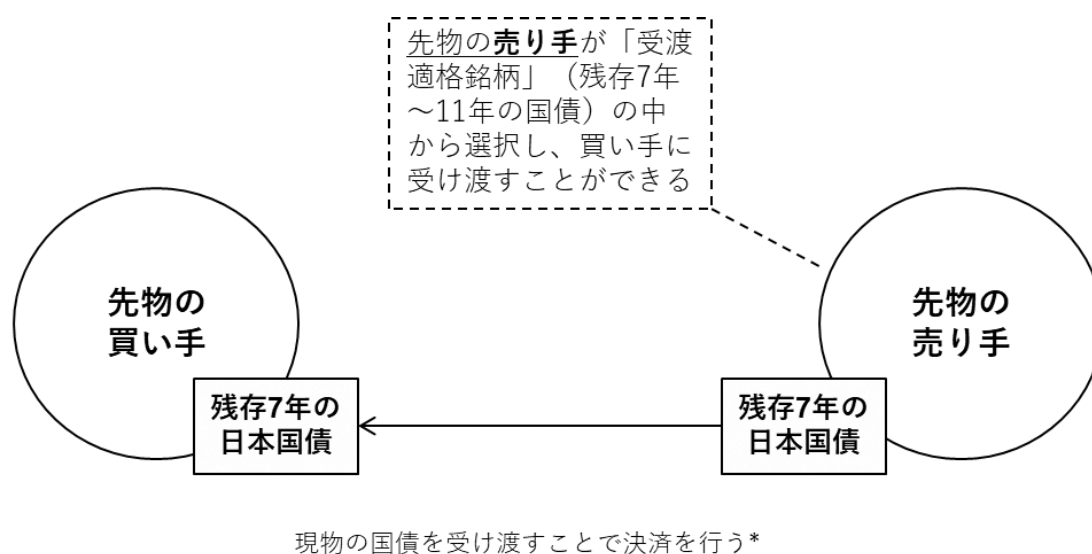
#### 4. 現金決済とコンバージョン・ファクター

##### 4. 1 現物決済と現金決済：日本国債先物は現物決済

国債先物では取引最終日にポジションが残っている場合、国債を受け渡すことで決済を行います。これを現物決済（受渡決済）といいます。一方で、取引最終日までに反対売買をすることで先物のポジションを解消し、現物決済を避けることが可能です。

国債先物の特徴は、現物決済に際し、受渡銘柄が「残存7年以上11年未満の10年利付国債」という形でレンジ（バスケット）が設けられている点です。すなわち、先物の売り手は残存7年以上11年未満の複数の国債の中から好きな銘柄を選んで受渡を行うことができます（図5）。このように現物決済に際し、受渡可能な銘柄を「受渡適格銘柄」といいます。

図5 国債先物における現物決済のイメージ



\*ここでは実際に受渡がなされる7年国債を例として記載しています。

もっとも、現行の国債先物については、前述のとおり、事実上、残存7年の国債を受け渡す構造になっています。そのため、現在のように残存7年～11年の国債を受渡適格銘柄にするのではなく、例えば、残存7年の国債を受け渡すといった制度でもよさそうに思われます。しかし、もし仮に残存7年の国債を受け渡すという制度にしてしまうと、その年限の国

債を買い占めて利益を得ようとする投資家が発生する可能性があります。このような買い占め行為を「スクイズ」といいます。そこで、残存7～11年といった形で受渡可能な国債を複数設けておくことで、たとえ残存7年の国債が買い占められたとしても、例えば残存8年の国債を受け渡すことが可能となり、スクイズを防ぐ効果を有します。実際、日本の国債先物の受渡銘柄として残存期間が7年以上とされた背景には、相場操縦を回避するため、先物導入当時の発行量に鑑み、受渡供給量として残存7年以上とすれば十分という判断がありました。

日本国債先物を通じて先物を知った人は現物決済を当然に思われるかもしれませんが、先物取引において必ずしも現物を受け渡すことで決済がなされるとは限りません。たとえば日経平均先物は現物決済ではなく、時価で決済する現金決済（差金決済）がとられています。また、オーストラリアなど一部の国では債券先物についても差金決済がなされており、債券先物について現物決済に必然性があるわけではありません。

#### 4. 2 コンバージョン・ファクター

前述のとおり、日本国債先物では標準物と呼ばれる仮想的な国債（長期国債先物の場合、6%のクーポンの10年国債）が売買されますが、これはあくまで仮想的なものであり、受渡日には一定の計算式に基づき、残存7～11年の10年利付国債と交換することが可能です。この過程で重要な役割を果たすものがコンバージョン・ファクター（Conversion Factor, CF）です。CFそのものは複雑な数式で定義されていますが、実務的には「標準物の価格を現実の国債価格に変換する係数」というイメージをしておけば十分です。CFが意味するところは、受渡銘柄の利回りが（標準物と同じ）6%になるような価格を100円で基準化したものですが、その正確な定義及び導出についてBOX 1で解説しますので、ここではどのようにCFを使うのかについて確認しておきましょう。

先物の現物決済に用いる受渡価格は、先物価格にCFを掛け合わせることで定められます（受渡価格＝先物価格×CF）。例えば、残存7年国債のCFが0.7、先物価格が150円であるとする、105円（＝0.7×150）が残存7年国債の受渡価格になります。BOX 1に記載しているとおり、CFは受渡を行う利付債のクーポンや残存期間に依存するため、CFは7～11年の受渡銘柄それぞれで異なる値になります。

これまで国債先物と残存7年の国債の受渡を前提に議論してきましたが、これは受渡銘柄毎に計算されるCFに基づき「先物価格×CF」を計算すると、これまでの市場環境下では残存7年の国債を受け渡すコストが最も低い環境が続いているからです。受渡のコストが最も低い銘柄を「最割安銘柄（チーペスト、Cheapest To Deliver）」といいます。残存7年の国債がチーペストになるメカニズムについては後述します。また、「先物価格×CF」という形で受渡銘柄の価格を決める理由やCFが現在の低金利環境下で0.7程度の値になりや

すい理由を知りたい読者はBOX 1を参照してください（ちなみに、CFの具体的な値は日本取引所グループのサイトに掲載されます<sup>5)</sup>）。

#### 4. 3 デリバリー・オプション

先物の現物決済では残存7～11年の国債の中から選択して受け渡すことができると説明してきましたが、大切なポイントはこの7～11年の国債の中から銘柄を選ぶ選択権を持っている主体は先物を（買い建てた側ではなく）「売り建てた側」である点です。先物の現物決済に際し、売り手側に選択権が与えられている理由は、先物の買い手に選択権を与えてしまうと、例えば買い手が残存8年の国債を欲しいと主張したとしても、売り手がその銘柄を持っていない場合、受渡を行うことができないため、制度的な不安定性を有するからです。先物の売り手に選択権を与えておけば、売り手は7～11年のうち持っている国債を受け渡せばよいので、制度的に安定しています。

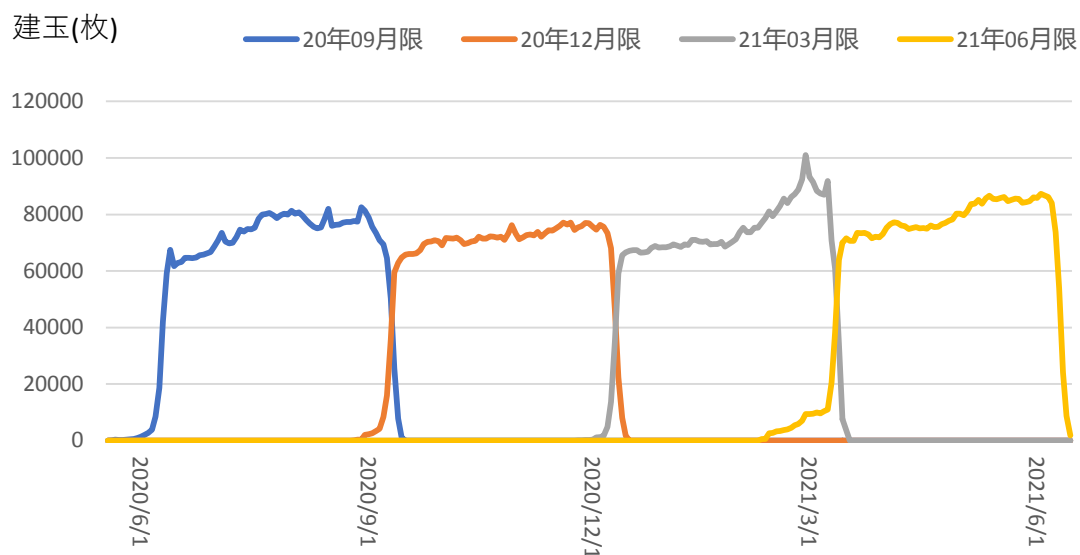
一般的に金融契約において契約者が何らかの選択権を持っている場合、その選択権を「オプション」といいますが、先物の決済の受渡に関するオプションは「デリバリー・オプション」と呼ばれています。日本国債先物の場合、デリバリー・オプションといえば、7～11年の受渡適格銘柄の選択にかかるオプションですが、米国国債先物の場合、受渡をする時点（タイミング）を選ぶ権利も存在します。そのため、バスケットの中で銘柄を選べる権利を「クオリティ・オプション」、タイミングを選べる権利を「タイミング・オプション」と呼ぶこともあります。

#### 4. 4 反対売買と限月間スプレッド取引（カレンダー取引）

先物は予約というよりリスク管理を目的として用いられることが多く、先物を用いる大部分の投資家は現物を将来欲しいと思って先物を買っているわけではありません。この事実はデータからも確認できます。図6は、2020年6月以降における国債先物の各限月の建玉（たてぎょく）の動きを示しています。建玉とは未だ決済がなされていない先物の契約総数を意味しますが、直観的には先物の契約総数に相当します。建玉の特徴的なことは各月限の取引最終日前に建玉が低下していくことです。この理由は、現物の受渡を回避するため、最終売買日の前に反対のポジションをとることで、ポジションを解消（反対売買）しているからです。前述のとおり、先物は仮に売り建てていたとしても、取引最終日前に買い建てることで現物決済を回避することができます。

<sup>5)</sup> <https://www.jpx.co.jp/derivatives/products/jgb/jgb-futures/02.html>

図6 国債先物の建玉の推移



出所：JPX

受渡日が近づいている中で、先物のショートによるヘッジを継続したい場合、直近の限月を買い建てて現在のポジションをキャンセルすると同時に、翌月の限月を売り建てることでヘッジをロールすることができます。このような取引を限月間スプレッド取引（カレンダー取引）といい、それ自体取引されるマーケットがあります。国債先物は1985年に取引が開始されましたが、国債先物の限月間スプレッド取引は2000年に導入されました。受渡期日に一番近い先物を「期近（きちか）」、二番目に近い先物を「期先（きさき）」といいます。現物の受渡を避けながらショート・ポジションを継続するためには「期近買い＋期先売り」という取引を同時に行う必要があります。正確にロールするためにはタイミングが重要ですが、限月間スプレッド取引を用いればこの取引を同時に行うことができます。先物の取引最終日に向けて限月間スプレッド取引の取引量が増えていく傾向がありますが、これは取引最終日に近づくヘッジのためのポジションをロールするニーズが生まれてくるからです。

## BOX 1 コンバージョン・ファクターの導出<sup>6</sup>

### 1. コンバージョン・ファクターの定義及び解釈

前述のとおり、国債先物では標準物と呼ばれる架空の国債を取引しています。そのため、実際の受渡にあたっては、標準物の価格を個々の受渡銘柄の価格へ変換する価格調整が必要になります。その調整の役割を果たしているものがコンバージョン・ファクター（CF）です。CFの基本的なアイデアは、仮に標準物の世界のイールドカーブ（6%フラットのカーブ）が実現した場合における標準物と受渡適格銘柄の現在価値をそれぞれ計算したうえで、その比較を行うというものです。具体的には、「受渡適格銘柄の現在価値＝標準物の現在価値×CF」という形で係数をかけることにより価値が等しくなるような調整を行います。すなわち、CFは下記のように定義できます。

$$CF = \frac{\text{受渡適格銘柄の現在価値}}{\text{標準物の現在価値}}$$

標準物の現在価値はクーポン6%の架空証券を6%のカーブで評価しているため、標準物の単価は100円になります。この結果を用いれば上記の式は下記になります。

$$CF = \frac{\text{受渡適格銘柄の現在価値}}{100}$$

CFの直感的な理解をする際のポイントは、受渡適格銘柄を6%のフラットカーブで割り引いているので、「受渡適格銘柄の現在価値」は実際の受渡銘柄の複利が6%になるような単価を計算していると理解することです。実際、Bloombergなどのツールを用いて受渡銘柄の複利が6%になるような単価を計算し、それを100円で割れば、実際のCFとおおよそ一致する値が得られます。現在のように受渡銘柄のクーポンが非常に低い状況であるとCFは0.7程度の値をとります。これはクーポンの低い債券に投資して6%の複利利回りを実現するには、その債券が70円といった低い価格である必要があるからです（この価格を標準物の現在価値である100円で割るためCFは0.7といった値をとります）。受渡銘柄のクーポンが低くなるとCFは低くなりますが、これはクーポンが低いほど6%の複利利回りを実現するために受渡銘柄の価格が低くなる必要があるからです。

また、年限が短い受渡銘柄のCFは大きくなる傾向もありますが、これも同じように考えることができます。前述のとおり、日本のような低金利下において6%の複利が実現する債

<sup>6</sup>このBOXではハル（2017）などを参照しています。このBOXの作成にあたり、石田良氏や藤原哉氏にサポートをいただきました。

券の価格を計算すると 100 円より低い値になります。もともと、年限（デュレーション）が長くなるほど金利の変動に対して価格が感応的になるため、年限が短い残存 7 年の国債のほうが残存 10 年の国債より価格の低下幅が低くなります<sup>7</sup>。あるいは、残存 10 年の国債の場合、投資期間が 10 年になるため、6%の複利利回りを実現するには価格がより一層大きく低下しなければならないと解釈することもできます。そのため、クーポンが標準物の 6%より低い状況であると、年限が短い（長い）国債の CF が大きく（小さく）なる傾向が生まれます。

この BOX では CF を「受渡適格銘柄の現在価値＝標準物の現在価値×CF」と定義しましたが、現在価値を算出するうえで 6%のフラットカーブを前提としました。しかし、ここで 6%フラットカーブで計算した CF を固定し、「受渡適格銘柄の（現在のカーブでの）現在価値＝標準物の（現在のカーブでの）現在価値×CF」が成立するとします。この際、「標準物の（現在のカーブでの）現在価値」は現在市場で取引されている先物の価格そのものですから、「先物価格（＝標準物の（現在のカーブでの）現在価値）」×CF」を計算することで「受渡適格銘柄の（現在のカーブでの）現在価値」を計算することができます。「先物価格×CF」で受渡価格を計算するとは、このような計算をしていると解釈できます。

## 2. コンバージョン・ファクターの導出

日本取引所グループのサイトでは CF は下記のように定義されています。

$$CF = \frac{\frac{a}{0.06} \times \left( \left( 1 + \frac{0.06}{2} \right)^b - 1 \right) + 100}{\left( 1 + \frac{0.06}{2} \right)^{\frac{c}{6}} \times 100} - \frac{a(6-d)}{1200} \quad \dots (1)$$

ここで a は適格銘柄の年利子、b は受渡適格銘柄の受渡決済以降（当該受渡決済期日を除く）に到来する利払回数、c は受渡適格銘柄の受渡決済期日における残存期間（月数）、d は受渡適格銘柄の受渡決済期日から次回利払日までの期間（月数）になります。この式の意味合いを考えるため、まずは(1)の第一項について、下記のケース<sup>8</sup>を用いて、考えてみましょう（正確な導出は補論を参照してください）。

$$CF = \frac{\frac{a}{0.06} \times \left( \left( 1 + \frac{0.06}{2} \right)^{\frac{c}{6}} - 1 \right) + 100}{\left( 1 + \frac{0.06}{2} \right)^{\frac{c}{6}} \times 100} \quad \dots (2)$$

まず、(2) の分母の 100 は標準物の現在価値に相当するため、「CF＝受渡適格銘柄の現在

<sup>7</sup> このメカニズムの詳細は服部（2020d）を参照してください。

<sup>8</sup> c=6b のケースを考えています。



価値/100」との対応関係を考えると、「受渡適格銘柄の現在価値」は下記のようになります。

$$\frac{\frac{a}{0.06} \times \left(1 + \frac{0.06}{2}\right)^{\frac{c}{6}} - 1}{\left(1 + \frac{0.06}{2}\right)^{\frac{c}{6}}} + 100 \quad \dots (3)$$

ここで、受渡適格銘柄が生み出すキャッシュフローを標準物の世界のカーブ（6%フラットカーブ）で割り引くことで、「受渡適格銘柄の現在価値」が（3）になり、CFが（2）となることを確認しましょう。受渡適格銘柄の利子はa（半年に1度、a/2の利子が発生）です。この銘柄の年限をN年とすると、6%のフラットカーブで将来のキャッシュフロー（クーポンa/2と元本100）を割り引くことで、受渡銘柄の現在価値（P）を計算できます。

$$P = \frac{a/2}{1 + 0.06/2} + \frac{a/2}{(1 + 0.06/2)^2} + \dots + \frac{a/2}{(1 + 0.06/2)^{2N}} + \frac{100}{(1 + 0.06/2)^{2N}}$$

上記の式に $(1 + \frac{0.06}{2})^{2N}$ を掛け合わせることで下記のように書き換えます。

$$P(1 + \frac{0.06}{2})^{2N} = \frac{a}{2}(1 + \frac{0.06}{2})^{2N-1} + \frac{a}{2}(1 + \frac{0.06}{2})^{2N-2} + \dots + \frac{a}{2} + 100 \quad \dots (4)$$

この右辺は等比級数の公式にくわえ、JPXの公式ではcが月ベースであることから、この調整（ $12N=c$ ）を用いれば、(4)はさらに

$$P(1 + \frac{0.06}{2})^{\frac{c}{6}} = \frac{a}{0.06} \left( (1 + \frac{0.06}{2})^{\frac{c}{6}} - 1 \right) + 100$$

となります。上記の式をPについて解けば、(3)が出てきますから、無事に受渡銘柄の現在価値が（3）に一致することが示され、CFの導出が終わりました。

最後に（1）の第2項について説明しますが、結論的にはこれは経過利子の調整部分です。10年利付国債の償還および利払いのタイミングは先物の限月と同様、3、6、9、12月に設定されているため、経過利子が出ないこともあるのですが、例えば3か月の経過利子が発生する可能性があります。CFの式（1）における第2項、すなわち、 $a(6-d)/1200$ は一見すると複雑に見えるため、見通しをよくするため、仮にクーポンの支払いが（半年に1回ではなく）1年に1回と想定します。この場合、この式は $a(12-d)/1200$ のような形になります。dは次回利払日までの期間（月数）ですから、 $d=12$ の場合、利払いが1年後なので経過利子が全く発生せず、（1）の第2項が消えます。一方、 $d=0$ の場合、 $12a/1200=a/100$ となり、これは受渡銘柄の1年分のクーポンの値を標準物の現在価値で割っている状況です。このようにみれば、 $a(6-d)/1200$ の部分はCFにおいて経過利子を調整している部分と解釈できます。

## 5. 日本国債における現物と先物のアービトラージ

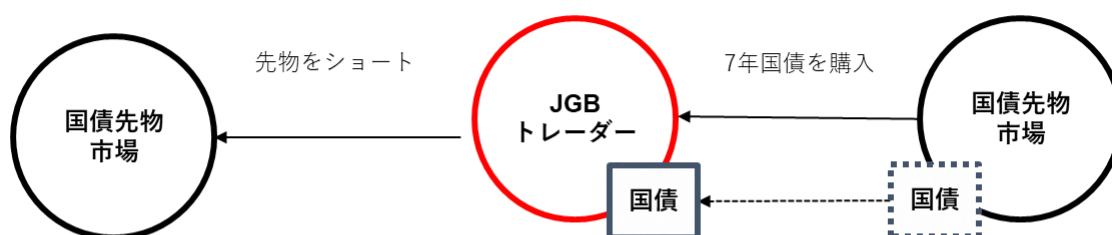
### 5.1 現物と先物のアービトラージ（ベース取引）とは

これまで国債先物を購入（売却）した場合、残存7年の国債（7年国債）が受け渡されることを前提に議論をしてきました。なぜ国債先物と7年国債の連動性が高いかという点、これまでの相場では、残存7～11年の国債の中で、先物の売り手にとって7年国債を受け渡すコストが一番低い状態が続いているからです。本稿では日本国債市場における現物と先物の裁定に焦点を当てますが、ここから自分が日本国債で運用を行う機関投資家になったことをイメージしながら、現物と先物の裁定行動を少し厳密に考えてみましょう。

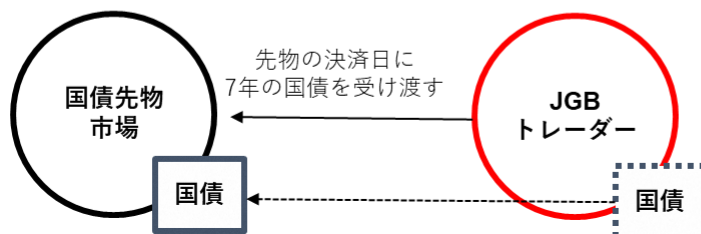
前述のとおり、国債先物と7年国債の連動性を前提とすれば、先物を売り建てた場合、受渡日に7年国債を受け渡す必要があります。7年国債そのものは店頭市場で取引されていますから、先物を売り建てると同時に、7年国債を買っておきます（図7のステップ1）。そうすれば先物の決済日に、すでに購入していた7年国債を受け渡すことができるため、事前に契約していた先物取引（売建）は無事、決済がなされることとなります（図7のステップ2）。これが国債市場における現物と先物の裁定取引（ベース取引）に相当します。

図7 現物と先物の裁定取引

ステップ1: 国債の購入 + 先物の売り立て



ステップ2: 先物の決済日に国債を受け渡す



気を付けるべきことは先物取引において現物決済を行う場合、先物価格で7年国債を受け渡すわけではなく、コンバージョン・ファクター（CF）で調整する必要がある点です。前

述のとおり、国債先物では標準物と呼ばれる仮想的な国債を取引しますが、標準物の価格を国債の受渡価格へ変換するためにCFを用いる必要がありました（具体的には「受渡価格＝先物価格×CF」で算出します）。そのため、先物と現物の間の裁定機会を考えるためには、「先物価格×CF（受渡価格）」と「現物価格」を比較する必要があります。

例えば、1か月後に満期を迎える国債先物を1億円分（1枚）売り建てると同時に、現物の7年国債を1億円購入します。もし前者の価格（先物価格×CF）が100円であり、後者の価格（7年国債の価格）が99円であれば、先物を売り建てるとともに今のうちに99円で7年国債を購入しておき、1か月後に先物の決済を迎えたタイミングで、7年国債を100円で受け渡せば1円の利益を得ることができます。すなわち、「7年国債の価格」と「先物価格×CF」に大きな乖離が生まれた場合、裁定機会が発生することになります。逆に、この価格差が小さければ裁定が働いている状態と解釈できます。

## 5. 2 グロス・ベースとネット・ベース

このような現物の価格と先物の受渡価格（CF×先物価格）の差をグロス・ベースといい、下記のように定義されます<sup>9</sup>。

$$\text{グロス・ベース} = \text{国債の現物価格} - \underbrace{\text{先物価格} \times \text{CF}}_{\text{国債先物を通じた国債の受渡価格}}$$

もっとも、これは厳密な意味での裁定取引にはなっておらず、実際、投資家はグロス・ベースがゼロになることを目指して裁定を行っているわけではありません。というのも、現時点で7年国債を購入するためには、その購入資金を調達するコスト（レポ・コスト）が発生しますし、国債を1か月在庫として保有することで、その間、利子が得られます（レポの詳細は服部（2020b）を参照してください）。利子収入からレポ・コストを除いたものを「キャリー」といいますが、調達コスト等も考慮した正確な裁定を考えるには現物価格からキャリーを調整しなければなりません。この部分も考慮した先物と現物の価格差をネット・ベースといいます。

$$\text{ネット・ベース} = \underbrace{\text{国債の現物価格} - (\text{利子収入} - \text{レポ・コスト})}_{\text{キャリー}} - \text{先物価格} \times \text{CF}$$

<sup>9</sup> ここではグロス・ベースを「国債の現物価格－先物価格×CF」と定義しましたが、現物と先物の価格の乖離という意味では、「先物価格×CF－国債の現物価格」という形で定義しても本質は変わりません。しかし、商慣行上、多くのケースにおいて「国債の現物価格－先物価格×CF」と定義します。

ちなみに、BOX 2に記載しているとおおり、現物価格にキャリーを調整した価格は先渡（フォワード）価格に相当するため、事実上、ネット・ベースでは先物と先渡の裁定取引を行っていると解釈できます。前述のとおり、先物取引と先渡取引の主な違いは前者が取引所取引である一方、後者が相対（店頭）取引である点であるだけであり、本質的には両方とも予約取引でした。

$$\text{ネット・ベース} = \text{国債の先渡価格} - \text{先物価格} \times \text{CF}$$

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{国債の現物価格} - \text{キャリー}}$$

実務的には「現物ロング+先物ショート」（「現物ショート+先物ロング」）をロング・ベース（ショート・ベース）といいます。読者がロング（ショート）・ベースというポジションをとった場合、上記で定義したグロス・ベースが上昇（低下）すれば収益が得られますから、そのように動くと予測した場合、ロング（ショート）・ベースのポジションをとることに合理性が生まれます。例えば、グロス・ベースおよびネット・ベースがゼロからマイナス方向に大きく乖離しており、読者が受渡日までにはゼロに収れんと考えているとしましょう。この場合、ロング・ベースをとることでこの乖離が解消した際、利益を得られることとなります。一方、ベースがゼロからプラスに乖離していた場合、ショート・ベースをとることで裁定取引を行うことができます。

このように資産間における価格・金利差に注目した運用戦略を相対価値（レラティブ・バリュ）戦略といいます。債券市場における運用戦略として幅広く用いられています。ちなみに、国債の現物と先物は証券会社等に同時に注文できるため、ベース取引はパッケージ商品としても取引されています。

### 5. 3 最割安銘柄（チーペスト、Cheapest To Deliver）

ここまでの話を前提に、国債市場で頻繁に用いられる最割安銘柄（チーペスト、Cheapest To Deliver）という概念が意味することを考えてみましょう。国債先物の売り手は、残存7～11年の国債（受渡適格銘柄）を受け渡すことができますが、先物の売り手はむしろ自分にとって得となる銘柄を受け渡したいと考えます。例えば、先物を売り建てており、最後まで反対売買を行わず、受渡日に国債を受け渡す必要が生じたとしましょう。もし読者が残存7～11年の国債を持っていない場合、証券会社に発注するなどして受け渡しできる国債を調達してこなければなりません。この購入コスト（現物価格）が受渡を行う場合の費用に相当します。

一方、受け渡すことで得られる収入はどうでしょうか。受渡価格が「先物価格×CF」で定まることを考えると、「先物価格×CF」が国債を受け渡すことから得られる収入になります。そのため、売り手側は受け渡しが可能である残存7～11年の国債の中で、下記が大きくなる銘柄を渡すインセンティブを有します。

$$\underbrace{\text{先物価格} \times \text{CF}}_{\text{受渡から得られる収入}} - \underbrace{\text{現物価格} \cdots (*)}_{\text{受渡に係る費用}}$$

もし仮に店頭で売買されている残存7～11年の国債価格が似た価格であれば、(先物価格は一つなので) 受渡可能な国債の中からCFが大きい銘柄を選択することにより費用に対して収入が大きい銘柄を選ぶことができます。そのため、この場合、CFが大きい銘柄が売り手にとって最も利益の高い銘柄になりますが、ポイントは、CFは6%より金利が低い環境下では(クーポンが同じ水準であれば) 年限が短い銘柄ほどCFが大きくなる傾向がある点です(このメカニズムはBOX 1を参照してください)。このことに鑑みれば、現物を受け渡す者にとって年限が短い国債を受け渡すメリットが生まれます。ご承知のとおり、日本の金利は6%より低い状況が続いてきたため、受渡適格銘柄のうち短い年限の国債(7年国債)が受け渡し銘柄として用いられる局面が続いてきました。このように先物の売り手にとって最も受け渡しのメリットがある銘柄を、受渡のコストが低いという意味から「最割安銘柄(チーペスト、Cheapest To Deliver)」といいます。

この議論は結局のところ、店頭市場で売買される現物価格と先物の受渡価格を比較していることになるので、先ほど定義したグロス・ベーススやネット・ベーススがチーペストを考えるうえで役に立ちます。たとえば、残存7～11年の銘柄について、それぞれグロス・ベーススを計算できますが、グロス・ベーススの定義は「現物価格－先物価格×CF」ですから、(\*)と符号が逆であることに注意すれば、先物の売り手にとってグロス・ベーススが小さい銘柄を渡すメリットが高いことがわかります。もっとも、実際の裁定取引にあたっては受渡日より前にチーペストを考えるため、グロス・ベーススではなく、受渡日までのキャリーを調整したネット・ベーススが小さい銘柄をチーペストとして定義することが一般的です。ちなみに、チーペストを算出するうえで、実務的にはインプライド・レポ・レートを用いるケースも少なくありませんが、同概念の詳細は服部(2020b)を参照してください。

## BOX 2 先渡(フォワード)価格のプライシング

本文で先渡(フォワード)の話をしました。先渡価格は基本的に現物価格に金利を調整した価格で決まります。例えば、JGBトレーダーの立場にたつて、1週間後に受け渡す日本国債を今買いたいという注文を受けたとしましょう。この時、トレーダーが顧客に提示する

価格が先渡価格に相当しますが、どのようなプライスを提示すればよいでしょうか。例えば、注文が来た時点で国債を購入してしまい、それを在庫として保有しておき、1週間後に顧客へ当該銘柄を受け渡せば、このような注文に対応することができます。その際、この「保有のためのコスト」を国債の購入価格に加算した価格を提示すれば、トレーダーとしては損することなく顧客の注文に対応できます。

先渡価格を以上のような形でプライシングするモデルを「保有コストモデル (Cost of Carry Model)」といいます。ここでは少しフォーマルに記載してみましよう。N日後の先渡価格をプライシングすることを考えます。先ほどと同様、現在、現物国債を購入し、これをN日間在庫として保有する必要がありますが、国債を購入するためにはその資金を調達する必要があるため、その調達コスト(レポ・コスト)を支払う必要があります。その一方、国債を保有することに伴い、利子収入が得られるため、その部分はコストから控除することが可能になります。それゆえ、先渡価格は下記のように定義されます。

$$\text{先渡価格} = \text{現物価格} + (\text{レポ・コスト} - \text{利子収入})$$

本文でも説明しましたが、「利子収入－レポ・コスト」を「キャリー」というため、先渡価格は「現物価格－キャリー」という形で算出ができます。

### BOX 3 国債先物の金利リスク量

金利リスクとは金利が変化することに伴い価格が変化するリスクを指します。実務的には債券などの金利リスクを測るうえでデュレーションなどが用いられますが、先物対比でみたリスク量を見ることも少なくありません。たとえば、保有している日本国債のリスク量を測るうえで、先物の何枚に相当するかを考えることでリスク量を測ることがあります。

ここでは残存7年の国債が受渡されることを想定し、ベースス・ポイント・バリュー(Basis Point Value, BPV)やDV01に基づき、国債先物の金利リスク量を考えてみましょう。BPV(DV01)とは、1ベースス(0.01%)だけ金利が変化した場合、価格がどの程度動くかを指します。先物価格を $P$ 、コンバージョン・ファクターを $CF$ 、残存7年の国債の価格を $CTD$ とすると、 $P \times CF = CTD$ が成り立つことを考え、金利感応度を考えるため、先物価格( $P = 1/CF \times CTD$ )を金利( $r$ )で微分し、1ベースス(0.01%)変化したときのリスク量を下記のように導出します。

$$\frac{\Delta P}{\Delta r} = \frac{1}{CF} \frac{\Delta CTD}{\Delta r} \times 0.01\%$$

$\Delta CTD/\Delta r$ が7年国債のBPVになるため、1ベースス金利が動いた際のリスク量は(100円

あたり) 7 銭程度になります。先物の BPV ( $\Delta P/\Delta r$ ) は「7 年国債の BPV/CF」で計算できるため、CF は 0.7 前後の値をとることを考えると、先物の BPV は (100 円あたり) 10~11 銭程度になります。このことは先物のリスク量が 10 年国債に近いリスク量を持つことを意味します。先物の変化自体は 7 年国債に連動しますが、先物価格の動きは  $1/CF$  で拡張されたような大きさに動く点に注意が必要です (その結果、先物の DV01 はおおよそ 10 年国債の DV01 に近い値になります)。

最後に 20 年国債が先物の何枚に相当するかを考えてみましょう。例えば、先物 1 枚の (100 円あたりの) BPV は 11 銭である一方、20 年国債の BPV は 19 銭に相当します<sup>10</sup>。この場合、20 年国債のリスク量は先物の 1.7 枚分程度のリスク量を有していると解釈できます。ここでは BPV など金利リスクの概要は省略していますが、詳細は服部 (2020d) を参照していただければ幸いです。

## 6. おわりに

本稿は国債先物を中心に先物の基礎的な内容について記載をしました。本稿で強調しましたが、先物の本質は取引所取引にあります。日本国債先物には細かい制度がありますが、複雑に見える制度の多くは取引所取引を成立させるための工夫と解釈できます。取引所取引であるがゆえ、多くの投資家の売買を取り込むことが可能になり、その結果形成される価格が国債市場で重要な意味合いを持つのです。

本稿は服部 (2020a, b, c) に基づいています。本稿ではレポ市場との関係や学術研究の概要や本稿の記載に係る出所などは紙面の関係上、本稿では割愛しているため、同論文も参照していただければ幸いです。また、国債先物の理解は金利リスクの理解と密接な関係を有します。金利リスクの概要を知りたい読者は服部 (2020d) もご一読いただければ幸いです。

## 補論<sup>11</sup>

6%フラットカーブで評価した際の受け渡し適格銘柄の価値を  $V^i$  とします ( $i$  は個々の受渡銘柄を指します)。次回利払い日から評価日へのディスカウント・ファクターを  $DF_1$  とすると、 $DF_1$  は下記の通りになります。

$$DF_1 = \frac{1}{(1 + 0.06/2)^{c/6 - (b-1)}}$$

<sup>10</sup> この値は 2020 年 2 月時点での計算に基づいており、20 年国債のクーポンなどによって BPV は変わりにえる点に注意が必要です。

<sup>11</sup> 補論の作成にあたり藤原哉氏のサポートを受けています。記して感謝申し上げます

$c/6 - (b - 1)$ は受渡日と次回利払い日での6か月基準での間隔を表します。

図8 コンバージョン・ファクターを導出するうえでのキャッシュフロー及び経過利子の流れ

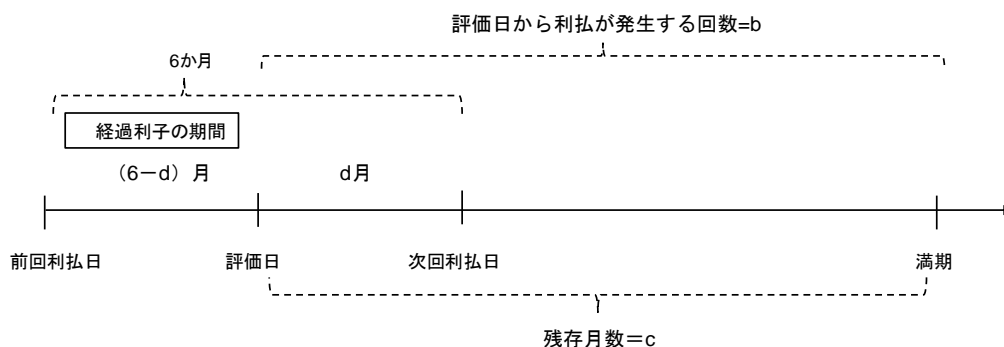


図8における次回利払い日の価格を $V_1^i$ とすると下記が成立します。

$$V_1^i = \frac{a}{2} \sum_{n=1}^b \frac{1}{(1 + 0.06/2)^{n-1}} + \frac{100}{(1 + 0.06/2)^{b-1}} = \frac{a/2}{0.06/2} \frac{(1 + 0.06/2)^b - 1}{(1 + 0.06/2)^{b-1}} + \frac{100}{(1 + 0.06/2)^{b-1}}$$

となります。ただし、 $\frac{a}{2}$ は(100円当たりの)利払い額です。また図8における定義から経過利子は $\frac{a}{2} \times \frac{(6-d)}{6}$ です。

したがって、図8における評価時点での受渡適格銘柄の価格は

$$\begin{aligned} V^i &= DF_1 \times V_1^i - \frac{a}{2} \times \frac{(6-d)}{6} \\ &= \frac{1}{(1 + 0.06/2)^{\frac{c}{6} - (b-1)}} \times \left( \frac{\frac{a}{2}}{\frac{0.06}{2}} \frac{(1 + 0.06/2)^b - 1}{(1 + 0.06/2)^{b-1}} + \frac{100}{(1 + 0.06/2)^{b-1}} \right) - \frac{a}{2} \times \frac{(6-d)}{6} \\ &= \frac{\frac{a}{0.06} ((1 + 0.06/2)^b - 1) + 100}{(1 + 0.06/2)^{c/6}} - \frac{a}{2} \times \frac{(6-d)}{6} \end{aligned}$$

となります。よって、コンバージョン・ファクター (CF<sup>i</sup>) は

$$CF^i = \frac{V^i}{100} = \frac{\frac{a}{0.06} ((1 + 0.06/2)^b - 1) + 100}{(1 + 0.06/2)^{c/6} \times 100} - \frac{a(6-d)}{1200}$$



となります。

#### 参考文献

- [1]. 服部孝洋 (2020a) 「日本国債先物入門：基礎編」ファイナンス 1月号、60-74.
- [2]. 服部孝洋 (2020b) 「日本国債先物入門—ファイナン日本国債との裁定 (ベース取引) とレポ市場について—」ファイナンス 2月号、70-80.
- [3]. 服部孝洋 (2020c) 「日本国債先物入門—先渡と先物価格の乖離を生む要因—」ファイナンス 3月号、37-41.
- [4]. 服部孝洋 (2020d) 「金利リスク入門—デュレーション・DV01 (デルタ、BPV) を中心に—」『ファイナンス』10月号、54-65.
- [5]. ジョン・ハル (2016) 「フィナンシャルエンジニアリング [第9版] —デリバティブ取引とリスク管理の総体系」きんざい